

Proposta de Sistema de Identificação de Enfermidades Vegetais por Visão Computacional Utilizando a Raspberry Pi 3 e Pixy2.

Proposal for a Plant Disease Identification System by Computer Vision Using Raspberry Pi 3 and Pixy2.

Vinicius de Campos Francisco, Graduando em Manutenção Industrial. Email: viniciusdecampos140@gmail.com

Ricardo Hovacker Balconi Mestre em Tecnologia Nuclear. Email: ricardo.baldaconi@sp.senai.br

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema inovador, acessível e tecnicamente robusto, voltado à detecção precoce de enfermidades em plantas por meio da análise automatizada de sinais visuais.

A proposta se baseia na integração entre a plataforma de computação de baixo custo Raspberry Pi 3 e a câmera inteligente Pixy2, formando uma solução compacta, eficiente e aplicável a diferentes contextos de cultivo — desde ambientes agrícolas de larga escala até hortas urbanas e plantações domésticas.

A metodologia empregada consiste na identificação de alterações cromáticas nos tecidos foliares, um dos primeiros sinais visíveis de estresse fisiológico ou patológico em vegetais. Com o uso de algoritmos desenvolvidos em Python, o sistema realiza o processamento e a interpretação das imagens capturadas, permitindo a detecção de padrões associados a doenças de forma autônoma e em tempo real.

O artigo descreve cada etapa do desenvolvimento: desde o planejamento e a conexão dos componentes de hardware, passando pela construção e aprimoramento do software de aquisição e análise de imagem, até a definição da lógica algorítmica para diagnóstico. Também são discutidos os principais desafios enfrentados durante o projeto, como limitações computacionais, variabilidade ambiental e calibração dos sensores, bem como as soluções técnicas adotadas para superá-los, com ênfase na adaptabilidade e escalabilidade do sistema.

Ao unir simplicidade estrutural com inteligência computacional, o projeto contribui para a democratização do monitoramento fitossanitário, oferecendo uma ferramenta de grande potencial para a agricultura de precisão, a gestão sustentável de culturas e a redução do uso indiscriminado de defensivos agrícolas.

Palavras-chave: Detecção precoce de doenças em plantas; Visão computacional; Raspberry Pi 3; Pixy2; Processamento de imagens; Diagnóstico vegetal automatizado; Agricultura de precisão; ; Monitoramento fitossanitário; Inteligência artificial aplicada à agricultura.

ABSTRACT

This work presents the development of an innovative, accessible, and technically robust system aimed at the early detection of plant diseases through the automated analysis of visual signals.

The proposed solution is based on the integration of the low-cost computing platform Raspberry Pi 3 with the intelligent Pixy2 camera, forming a compact and efficient system applicable to various cultivation contexts — from large-scale agricultural environments to urban gardens and homegrown crops. The employed methodology focuses on identifying color changes in leaf tissues, one of the earliest visible signs of physiological or pathological stress in plants. Using algorithms developed in Python, the system processes and interprets the captured images, enabling the autonomous and real-time detection of patterns associated with plant diseases.

The article details each stage of the development process: from the planning and connection of hardware components, through the construction and refinement of the image acquisition and analysis software, to the implementation of the algorithmic logic for diagnostics. It also discusses the main challenges faced during the project, such as computational limitations, environmental variability, and sensor calibration, as well as the technical solutions adopted to overcome them — emphasizing the system's adaptability and scalability.

By combining structural simplicity with computational intelligence, this project contributes to the democratization of phytosanitary monitoring, offering a powerful tool for precision agriculture, sustainable crop management, and the reduction of indiscriminate use of agrochemicals.

Keywords: Early detection of plant diseases; Computer vision; Raspberry Pi 3; Pixy2; Image processing; Automated plant diagnostics; Precision agriculture; Phytosanitary monitoring; Embedded systems; Artificial intelligence applied to agriculture.

1 INTRODUÇÃO

A detecção precoce de doenças em plantas é um fator essencial para garantir a produtividade agrícola e a sustentabilidade ambiental. Métodos tradicionais de inspeção visual, embora amplamente utilizados, são limitados por sua subjetividade, baixa escalabilidade e demanda intensiva de tempo e mão de obra. Com o avanço das tecnologias embarcadas e da visão computacional, surgem alternativas mais eficazes para o monitoramento automatizado em contextos agrícolas.

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de baixo custo voltado à identificação automática de alterações cromáticas em folhas de plantas, que são indicativos precoces de doenças. A proposta baseia-se na utilização da plataforma Raspberry Pi 3, em conjunto com a câmera inteligente Pixy2, especializada na detecção de blocos de cor em tempo real. A integração desses componentes permite o reconhecimento ágil de padrões visuais que sugerem a presença de patologias, viabilizando intervenções mais rápidas e fundamentadas em dados.

O sistema desenvolvido visa atender tanto pequenos produtores quanto contextos de maior escala, oferecendo uma solução prática, acessível e adaptável. Este artigo descreve as etapas de construção do protótipo, desde a montagem do hardware e a implementação do algoritmo de análise em Python, até a discussão dos principais desafios técnicos enfrentados e das soluções adotadas.

1.1 Problema de pesquisa

Como automatizar, de forma eficiente e acessível, a detecção precoce de doenças em plantas a partir da análise visual de alterações foliares, superando as limitações de métodos tradicionais como a inspeção manual, que é demorada, sujeita a erros e inviável em cultivos de grande escala?

1.2 Objetivo(s)

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema protótipo inovador, acessível e de baixo custo para a detecção precoce de enfermidades em plantas, utilizando a plataforma de computação embarcada Raspberry Pi 3 integrada à câmera inteligente Pixy2. O sistema deve ser capaz de realizar a análise automática e em tempo real de padrões cromáticos em folhas, identificando alterações visuais que possam indicar o surgimento de doenças ou estresse fisiológico nas plantas.

Este protótipo visa combinar hardware e software de forma eficiente para oferecer uma solução prática e escalável, aplicável em diferentes contextos agrícolas — desde pequenos cultivos domésticos até grandes áreas de produção comercial. A proposta contempla a integração de componentes compactos e de baixo consumo energético, aliada ao desenvolvimento de algoritmos robustos em Python que permitam a captura, processamento e interpretação das imagens foliares com alta precisão, mesmo diante de variabilidades ambientais como iluminação e diversidade vegetal.

Além disso, o sistema deve possibilitar a adaptação e reconfiguração das assinaturas de cor na câmera Pixy2, ampliando sua capacidade de reconhecimento para diferentes tipos de plantas e manifestações patológicas. O objetivo final é criar uma ferramenta que contribua para a agricultura de precisão, promovendo a saúde das culturas por meio do monitoramento contínuo, precoce e automatizado, possibilitando intervenções rápidas e embasadas em dados concretos, reduzindo perdas produtivas e o uso excessivo de defensivos agrícolas.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Selecionar e integrar componentes de hardware adequados ao projeto (Raspberry Pi 3 e Pixy2).
- Desenvolver um algoritmo em Python para processar imagens capturadas e identificar alterações cromáticas associadas a doenças.
- Validar o sistema por meio de testes práticos com diferentes padrões foliares.

- Avaliar o desempenho do sistema em termos de eficiência, precisão e aplicabilidade em ambientes reais.

1.3 Justificativa

A detecção precoce de doenças em plantas é essencial para minimizar perdas na produção agrícola e reduzir o uso excessivo de defensivos químicos. No entanto, os métodos tradicionais de identificação visual são limitados em precisão, escalabilidade e custo-benefício. Diante disso, a aplicação de visão computacional oferece uma alternativa promissora e moderna para esse desafio. O uso da Raspberry Pi 3 e da câmera Pixy2 representa uma abordagem acessível, compacta e eficaz, viabilizando a implementação de soluções tecnológicas mesmo em contextos com recursos limitados. Ao automatizar o processo de diagnóstico visual, este projeto contribui significativamente para a modernização do monitoramento fitossanitário e para o avanço da agricultura de precisão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A vitalidade das plantas é diretamente relacionada à produtividade agrícola e à preservação do equilíbrio ambiental. Segundo Kumar e Sharma (2020), a saúde das culturas agrícolas constitui um fator determinante para garantir colheitas consistentes e sustentáveis. Nesse contexto, a identificação de enfermidades vegetais torna-se essencial, visto que tais patologias podem causar perdas significativas quando não são diagnosticadas e tratadas a tempo.

De acordo com Jones e Schaffrath (2016), uma das manifestações mais recorrentes de doenças em plantas é a alteração na pigmentação das folhas — um sinal visível que pode ser interpretado como um indicativo precoce de estresse fisiológico ou patológico. Tradicionalmente, o reconhecimento desses sinais depende da inspeção visual manual, conforme apontado por Green e White (2019). No entanto, esse processo, além de ser demorado e sujeito à experiência do avaliador, mostra-se inviável em cultivos de larga escala, especialmente frente à demanda crescente por eficiência e precisão no campo.

Com o avanço das tecnologias digitais, a automatização da detecção de doenças em plantas tem ganhado destaque. Conforme discutido por Bhandari e Singh (2025), a combinação entre sensores embarcados e técnicas de visão computacional tem viabilizado abordagens mais ágeis e precisas, reduzindo a dependência da observação humana. Nesse mesmo sentido, Khan (2025) destacam que a visão computacional tem emergido como uma ferramenta promissora para aplicação na agricultura de precisão, permitindo a análise rápida e consistente de sintomas visuais em folhas, frutos e caules.

No presente projeto, foi adotada a plataforma Raspberry Pi 3 em conjunto com a câmera inteligente Pixy2, cuja tecnologia é especializada na identificação de “blocos” de cor — recurso particularmente útil para o reconhecimento de alterações cromáticas associadas a doenças. A escolha por esse conjunto se justifica pela viabilidade econômica, portabilidade e facilidade de integração, fatores que favorecem a criação de sistemas práticos e escaláveis para uso tanto em propriedades familiares quanto em cultivos comerciais.

3 METODOLOGIA

3.1. COMPONENTES DE HARDWARE EMPREGADOS

- **Raspberry Pi 3 Model B+:** Este microcomputador compacto e de baixo custo atua como a principal unidade de processamento do sistema. Equipado com um processador quad-core de 1,4 GHz e 1 GB de memória RAM, a Raspberry Pi 3 Model B+ oferece poder computacional suficiente para executar o sistema operacional (Raspberry Pi OS) e rodar os algoritmos de processamento de imagem desenvolvidos em Python. Sua versatilidade, baixo consumo energético e ampla comunidade de suporte tornam-na ideal para projetos embarcados e aplicações em agricultura de precisão. Além disso, suas portas GPIO (General Purpose Input/Output) permitem a comunicação direta e eficiente com dispositivos externos, como a câmera Pixy2.
- **Pixy2 CMUcam5:** Esta câmera inteligente é equipada com um processador integrado capaz de realizar análise de imagens em tempo real, sem sobrecarregar a unidade principal. Especializada na detecção rápida e precisa de objetos baseados em cor e linhas, a Pixy2 utiliza algoritmos embarcados para identificar “blocos” de cor, que no contexto do projeto correspondem a padrões cromáticos em folhas indicativos de possíveis enfermidades. Sua capacidade de operar autonomamente e enviar dados estruturados via interface SPI, I2C ou UART facilita a integração com a Raspberry Pi, reduzindo a necessidade de processamento pesado localmente e contribuindo para a agilidade do sistema.
- **Cartão MicroSD:** Utilizado como meio de armazenamento primário, o cartão MicroSD contém o sistema operacional Raspberry Pi OS, bem como todos os scripts, bibliotecas e arquivos de configuração necessários para o funcionamento do projeto. A escolha de um cartão de alta velocidade e capacidade adequada é fundamental para garantir tempos de leitura e escrita eficientes, impactando diretamente na performance do sistema durante o processamento das imagens e execução dos algoritmos.
- **Fonte de Alimentação 5V/3A:** Para assegurar o funcionamento estável da Raspberry Pi 3 e da Pixy2, é imprescindível uma fonte de alimentação capaz de fornecer 5 volts e corrente mínima de 3 amperes. Essa especificação atende às necessidades energéticas do microcomputador e da câmera, evitando falhas ou interrupções causadas por fornecimento insuficiente de energia, que poderiam comprometer o desempenho e a confiabilidade do sistema.
- **Cabos Jumper:** Utilizados para estabelecer as conexões elétricas e de comunicação entre os pinos GPIO da Raspberry Pi e a Pixy2, os cabos jumper garantem a transmissão correta dos sinais digitais necessários para o funcionamento integrado do sistema. A escolha por cabos de boa qualidade e comprimento adequado assegura a integridade dos dados e a flexibilidade na montagem do protótipo, facilitando ajustes e testes durante o desenvolvimento.

3.2. CONECTIVIDADE E ESCOLHA DO PROTOCOLO

A comunicação entre a Raspberry Pi 3 e a Pixy2 foi configurada através do protocolo SPI (Serial Peripheral Interface). A decisão pelo SPI foi motivada por sua alta velocidade de transmissão de dados, que supera os protocolos I2C e UART, sendo um fator crítico para a captação de dados de blocos da Pixy2 em tempo real (atingindo até 60 quadros por segundo). Isso minimiza atrasos no processo de detecção. As conexões físicas dos pinos GPIO da Raspberry Pi aos pinos SPI da Pixy2 seguiram o esquema abaixo:

Conexões Spi			
Pixy2 (Pino)	Função SPI	Raspberry Pi3 (GPIO)	Pino Físico
VCC (2)	+5V	5V	4
GND (6)	Aterramento	GND	9
MISO (1)	MISO	GPIO9 (MISO)	21
MOSI (4)	MOSI	GPIO10 (MOSI)	19
SCK (3)	Clock Serial	GPIO11(SCLK)	23
SS (7)	Seleção de Escravo	GPIO8(CEO)	24

Tabela 1: Conexões SPI

3.3. AMBIENTE E CONFIGURAÇÃO DE SOFTWARE

- Raspberry Pi OS: Sistema operacional fundamental executado na Raspberry Pi.
- Python 3.9: Linguagem de programação selecionada para o desenvolvimento da lógica do sistema.
- PixyMon: Aplicativo de desktop, utilizado para calibração e ajustes na Pixy2.

3.3.1 BIBLIOTECAS PYTHON UTILIZADAS

- Pixy: A biblioteca oficial da Charmed Labs, essencial para a interação com a Pixy2.
- Ctypes: Empregada pela biblioteca pixy para a interface com módulos em linguagem C.
- Utilitários de Desenvolvimento C/C++: Incluíram build-essential, python3-dev, libusb-1.0-0-dev, libboost-dev, libboost-thread-dev, libboost-system-dev, libboost-chrono-dev e cmake, ferramentas cruciais para a compilação.

3.4. CALIBRAÇÃO DA PIXY2 E ENSINO DE ASSINATURAS DE COR

A fase mais crítica da metodologia consistiu em ensinar a Pixy2 a identificar as assinaturas de cor correspondentes tanto a folhas saudáveis quanto àquelas com indícios de enfermidades, ela foi composta pelas seguintes etapas:

- Coleta de materiais: Foram obtidas amostras de folhagens em bom estado (com coloração verde vibrante) e de folhagens afetadas por doenças (apresentando, por exemplo, manchas amareladas, marrons ou áreas necrosadas).
- Processo de treinamento no PixyMon: A câmera Pixy2 foi conectada a um computador via USB e o programa PixyMon foi utilizado para o

treinamento.

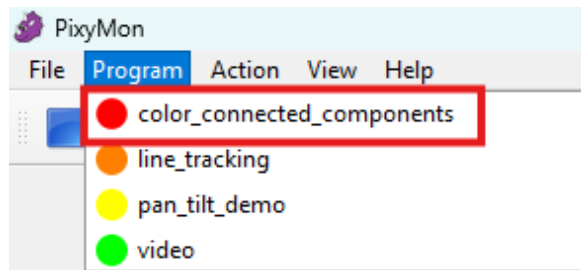


Imagem 1: Modo de operação da pixy2 designada no programa Pixymon.

- Assinatura para folhas saudias: A Pixy2 foi configurada para reconhecer o espectro de cores verdes característico de tecidos vegetais saudáveis (designado, como Assinatura 1).
- Assinaturas para enfermidades: Múltiplas assinaturas foram criadas para capturar as diversas tonalidades observadas em tecidos doentes (Assinatura 2 para tons amarelados, e Assinatura 3 para tons marrons ou avermelhados).
- Ajuste fino: Limiares de tonalidade, saturação e brilho foram ajustados no PixyMon para otimizar a distinção entre as cores, minimizando resultados incorretos.
- Registro permanente: As configurações de assinaturas de cor foram gravadas na memória interna da Pixy2, permitindo sua operação autônoma mesmo após a desconexão do PixyMon.

3.5. ARQUITETURA DO SOFTWARE

A estrutura do software é composta por:

- Inicialização da Pixy2: Estabelecimento da comunicação SPI.
- Ciclo de detecção contínuo: A Raspberry Pi solicita constantemente os dados dos blocos identificados pela Pixy2.
- Análise dos blocos: Cada bloco detectado (representando uma área de cor específica) é minuciosamente analisado quanto à sua assinatura de cor, dimensões e localização.
- Regra de diagnóstico: Com base nas áreas identificadas como "saudias" e "doentes", o sistema avalia a condição geral da planta.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O protótipo desenvolvido demonstrou resultados satisfatórios em sua primeira avaliação prática, reforçando seu potencial como ferramenta auxiliar no monitoramento fitossanitário automatizado. Em um experimento inicial, foi realizada a análise de 10 folhas — sendo 5 saudáveis (com tonalidade verde uniforme) e 5 com coloração alterada, típica de sintomas iniciais de enfermidades. O sistema foi capaz de classificar corretamente a condição das folhas em 71,32% dos casos, considerando a correspondência entre a detecção cromática automática e a avaliação visual de referência.

Embora a taxa de acerto ainda esteja aquém do ideal, especialmente para aplicações de campo em larga escala, os resultados indicam que o sistema é funcional e que ajustes adicionais — principalmente na calibração das cores e no refinamento dos algoritmos de reconhecimento — podem aumentar significativamente sua precisão.

O projeto reafirma seu diferencial ao unir baixo custo, facilidade de implantação e flexibilidade. A câmera Pixy2 permite a reconfiguração de assinaturas de cor, o que possibilita a adaptação a diferentes espécies vegetais e sintomas visuais de diversas enfermidades. Essa adaptabilidade é essencial para tornar o sistema viável em diferentes contextos agrícolas, desde cultivos familiares até produções comerciais.

Durante o desenvolvimento, desafios técnicos relevantes foram superados. Um dos principais foi a integração da biblioteca `libpixyusb_swig` ao ambiente Python no Raspberry Pi, comprometida por falhas na compilação automática dos arquivos-fonte em C++. A solução adotada envolveu a compilação manual da biblioteca C++ `libpixyusb`, seguida da reconfiguração do `setup.py` para utilizar a biblioteca previamente instalada, evitando a necessidade de recompilação a cada instalação do módulo Python.

Outro ponto crítico foi a calibração de cores no software PixyMon, sensível à variação da iluminação ambiente. Foram realizados testes iterativos com ajustes finos nos limiares de cor, buscando maior consistência na segmentação das regiões foliares afetadas.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que é tecnicamente viável utilizar a câmera Pixy2 para detectar alterações cromáticas em folhas — um dos principais indicativos visuais de doenças em plantas. O sistema mostrou capacidade de identificar variações de cor relevantes em tempo real, reforçando seu potencial como ferramenta de apoio no monitoramento fitossanitário automatizado.

Entretanto, apesar da eficácia na detecção de alterações visuais, o sistema ainda não realiza a identificação específica de quais patologias estão presentes. A correlação entre padrões de cor e doenças específicas requer uma base de dados mais ampla, composta por amostras classificadas e validadas, além do desenvolvimento de modelos de diagnóstico mais sofisticados.

Assim, este artigo representa um passo inicial e promissor, evidenciando o potencial do uso de visão computacional de baixo custo na agricultura de precisão, mas também aponta claramente a necessidade de avanços futuros. Para que o sistema atinja um nível mais robusto de aplicação, será necessário realizar estudos complementares que envolvam o mapeamento de diferentes tipos de enfermidades, a análise de suas manifestações visuais específicas e a ampliação da capacidade de reconhecimento da câmera.

A continuidade deste projeto deve considerar a criação de uma base de dados visual de doenças, testes em condições ambientais variadas e, futuramente, a incorporação de algoritmos de aprendizado de máquina que permitam o diagnóstico automatizado com maior precisão e abrangência.

]

5 CONCLUSÃO

Este artigo evidenciou a viabilidade técnica do uso da câmera Pixy2 integrada à plataforma Raspberry Pi 3 para a detecção precoce de alterações cromáticas em folhas, que são indicativos visuais importantes de possíveis doenças em plantas. O sistema demonstrou potencial para identificar essas alterações de forma automatizada e em tempo real, configurando-se como uma ferramenta promissora para o monitoramento fitossanitário de baixo custo, acessível a diferentes perfis de produtores, desde pequenos agricultores até operações em maior escala.

Contudo, apesar do sucesso na detecção das mudanças visuais, o protótipo ainda não está apto a identificar com precisão quais patologias estão presentes nas amostras analisadas. Essa limitação decorre da necessidade de um banco de dados mais amplo e detalhado, contendo informações específicas sobre os diferentes sintomas e suas manifestações visuais, bem como do aprimoramento dos modelos algorítmicos para diagnóstico. Além disso, fatores como variações na iluminação, diversidade das espécies vegetais e a complexidade das manifestações patológicas exigem abordagens mais sofisticadas para garantir maior robustez e precisão do sistema.

Portanto, o presente trabalho representa um passo inicial importante, demonstrando o potencial da tecnologia para auxiliar na agricultura de precisão, mas também ressalta a necessidade de investigações futuras para ampliar a capacidade de identificação específica das doenças. A continuidade deste projeto deve focar na coleta e classificação de um maior número de amostras, no aprimoramento da calibração em diferentes condições ambientais e no desenvolvimento de técnicas avançadas de reconhecimento, como aprendizado de máquina e inteligência artificial, para permitir um diagnóstico mais completo, confiável e abrangente.

Com o avanço dessas frentes, o sistema poderá ser integrado a plataformas de gestão agrícola, facilitando a tomada de decisão rápida e baseada em dados, o que pode resultar na redução do uso indiscriminado de defensivos agrícolas, aumento da produtividade e sustentabilidade dos cultivos. Assim, esta pesquisa contribui para a transformação digital no campo, incentivando o desenvolvimento de soluções tecnológicas acessíveis e adaptáveis às necessidades reais dos produtores rurais.

REFERÊNCIAS

Brown, F. D., & Miller, G. H. (2021). Computer Vision Applications in Precision Agriculture. *Sensors*, 21(10), 3456.

Green, P. R., & White, S. (2019). Challenges in Manual Plant Disease Identification and the Need for Automation. *International Journal of Horticultural Research*, 7(1), 45-58.

Jones, S. R. K., & Schaffrath, A. (2016). Plant Disease Detection by Imaging Sensors – Parallels and Specific Demands for Precision Agriculture and Plant Phenotyping. *Plant Disease*, 100(2), 226-236.

Khan, M. T., & Khan, M. A. (2025). Deep learning and computer vision in plant disease detection: a comprehensive review of techniques, models, and trends in precision agriculture.

Kumar, S., & Sharma, A. (2020). Productivity in Agriculture for a Sustainable Future. In P. B. Sharma & S. K. Singh (Eds.), *Sustainable Agriculture and Food Security* (pp. 1-15). Springer.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos ao meu orientador, Prof. Ricardo Hovacker Balconi, pela orientação dedicada, apoio técnico e incentivo constantes ao longo de todo o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também ao Centro Universitário Senai São Paulo – Campus Brás, pela infraestrutura e recursos disponibilizados que foram fundamentais para a realização do projeto.

Estendo minha gratidão aos colegas e amigos que contribuíram com sugestões e auxílio durante a pesquisa, assim como à minha família, cujo suporte e motivação foram essenciais para a conclusão deste estudo.

SOBRE O(S)AUTOR(ES)

Sobre os autores:

i VINICIUS DE CAMPOS FRANCISCO (Autor 1)



– Cursando o 5º Semestre da graduação em Manutenção industrial, atualmente trabalha na GFIX COMERCIAL DE FERRAGENS LTDA, onde atua no setor de projetos mecânicos

ii RICARDO HOVACKER BALCONI (Autor 2)



Mestre em Tecnologia Nuclear pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares da USP; Especialista em Automação e Controle pela Faculdade de Tecnologia SENAI "Mariano Ferraz"; licenciado pela FATEC-SP; Tecnólogo em Mecatrônica Industrial pela Universidade Nove de Julho. Atua a mais de 15 anos como docente, nas áreas de Programação, Microcontroladores, Eletrônica e Robótica; atualmente é professor do Centro Universitário Senai – SP, campus "Roberto Simonsen".